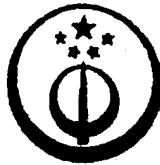


[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶



[12]发明专利申请公开说明书

F24F 7/00
F24D 1/00

[21]申请号 95192339.0

[43]公开日 1997年3月12日

[11]公开号 CN 1145113A

[22]申请日 95.1.30

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所
代理人 黄敏

[30]优先权

[32]94.2.17 [33]US[31]08 / 197,615

[86]国际申请 PCT / US95 / 01203 95.1.30

[87]国际公布 WO95 / 22725 英 95.8.24

[85]进入国家阶段日期 96.10.3

[71]申请人 斯马特系统国际公司

地址 美国内华达州

[72]发明人 约瑟夫·D·赖利

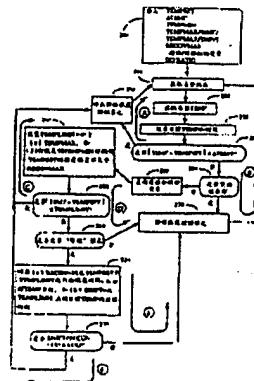
马克·H·波普克

权利要求书 7 页 说明书 29 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 用于气候自动控制的器件和方法

[57]摘要

一个用于控制操作 (HVAC) 装置 (80) 或其它气候控制装置 (560) 的器件和方法。用户可设置一个用户设置点 (150)。系统 (20) 决定空间在任一给定时间是否占有，以及如是，在预定的允许边缘维持温度在用户设置点 (270)。如果空间没有被占有 (280) 和温度漂移到允许边缘的外面，则系统允许温度漂移到一个最大的允许边缘，或到一个新的边缘，都是小的 (290)。新决定的边缘是依赖于系统可漂移和在预定的最大恢复时间内仍然驱动温度实际上回到用户设置点的最大温度边缘的确定。恢复时间依赖于以前的漂移和驱动 (320) 循环存储的过去温度一时间的数据。



(BJ)第 1456 号

- 3、权利要求 1 所述的装置，其中：
所述室内的特征是湿度；
所述环境特征传感器包括一个湿度传感器；
所述环境控制单元至少包括一个加湿器和一个减湿器。
- 5 4、权利要求 1 所述的装置，其中：
所述室内的特征是预定气体的存在；
所述环境特征传感器包括一个判断室内所说气体含量的传感器；
所述环境控制单元至少包括一个通风装置和一个除气装置。
- 10 5、权利要求 1 所述的装置，其中：
所述室内的特征是空气流动；
所述环境特征传感器包括一个空气流量仪；
所述环境控制单元包括一个通风装置。
- 6、权利要求 1 所述的装置，其中，存于所说存储器中的第一漂移关系和第一驱动关系包括对室内和环境控制单元经验地判断关系。
- 15 7、权利要求 1 所述的装置，其中，控制程序还包括自动提供一个过载模式的指令，使得在驱动环境控制单元之前，室内的特征水平漂移出最大范围之外，到一个超最大水平，至少满足一个预定标准。
- 20 8、权利要求 7 所述的装置，其中，至少一个预定标准包括一个测定，即特征水平从超最大水平到最大范围之内的驱动时间与从最大范围到超最大水平的漂移时间之比小于预定值。
- 9、权利要求 6 所述的装置，还包括一个与控制器连接的、向用户输出信息的输出装置，其中：
所述存储器还存储一个第二驱动关系，该关系在迟于判定第一驱动关系的时间之后得以判定；
- 25 所述程序还包括一些指令，当第二驱动关系与第一关系之比超出预定容限比时，向输出装置输出报警信号。
- 10、权利要求 6 所述的装置，其中，所述程序还包括一些指令，测量环境控制单元的效率并向用户输出反射所述效率的信息。
- 30 11、权利要求 10 所述的装置，其中，所述测量效率的指令包括按照以下计算判定效率的指令：
在(1)当环境控制单元关闭时向室内漂移的所说特征漂移水平与(2)当环

系和第二驱动关系，在第一漂移关系和第一驱动关系之后对室内和环境控制单元判定第二漂移关系和第二驱动关系，其中所述的程序还包括根据第二漂移关系和第二驱动关系再计算所说最大范围和最大恢复时间。

24、权利要求 6 所述的装置，其中，

5 所述第一驱动关系通过在所说环境控制单元的驱动操作中，在第一和第二时刻的每一时刻，探定所述特征的水平来确定；

所述第一漂移关系通过在所说环境控制单元的漂移期间，在第三和第四时刻的每一时刻，探定所述特征的水平来确定。

10 25、权利要求 1 所述的装置，其中，所述最大范围还被限定在储存于存储器中的预置最大范围内。

26、权利要求 1 所述的装置，还包括：

一个与控制器连接的、向用户输出信息的输出装置，其中，所述程序还包括用于维持环境控制单元被操作的实际运行时间的第一记录，及如果所说特征实际上被维持在所说预定设置点，则所说环境控制单元将被操作的预计运行时间的第二记录的指令，还包括用于在所述存储器中存储实际运行时间和预计运行时间的指令，用于判定实际运行时间和预计运行时间之差别的指令及向输出设备输出代表所述差别的信息的指令。

27、权利要求 26 所述的装置，其中，所述程序还包括用于判断所述差值与所述预计的运行时间之比率，并向上述输出设备输出所述比率的指令。

20 28、权利要求 1 所述的装置，其中，所述程序还包括将特征设置点限定在预定的绝对最大值的指令。

29、权利要求 1 所述的装置，其中，所述程序还包括将特征设置点限定在预定的绝对最小值的指令。

30、一种控制室内环境特征的方法，该方法通过一个带有储存于计算机25 存储器中的程序，该程序控制环境控制单元的操作，影响所述特征水平来执行，该方法的步骤包括：

(1) 存储在所说存储器中代表所述特征预定水平的设置点，所述预定水平周围的预定界限值、当室内未被占用时允许的最大漂移偏差、最小漂移偏差和恢复到所述最小漂移偏差的最长允许恢复时间；

30 (2) 判断室内是否被占据；

(3) 判断室内目前的特征水平；

36、根据权利要求 30 的方法，其中，所述特征是预定气体的存在，且步骤 6 至少包括通风或除气中的一种操作。

37、根据权利要求 30 的方法，其中，所述特征是空气流动，且步骤 6 至少包括对通风设备的操作。

5 38、根据权利要求 30 的方法，其中，步骤 1 还包括储存第一漂移关系和代表室内特征水平的响应的第一驱动关系，以分别操作或不操作所说环境控制单元。

39、根据权利要求 38 的方法，其中：

10 步骤 1 进一步包括存储第二驱动关系，在比所述第一驱动关系较后的时间决定；和

该方法进一步包括判断是否所述第二驱动关系偏差大于一个从所述第一驱动关系预设的量，如是，则产生一个表示所述偏差的信号。

40、根据权利要求 30 的方法，进一步包括步骤：

15 在所述环境控制单元预设时间周期操作的初始之后，判断室内的所述特征的所述现有水平的方向变化是否已经发生了变化，如不是，则停止操作环境控制单元。

41、根据权利要求 30 的方法，进一步包括步骤：

20 在所述环境控制单元预设时间周期操作的初始之后，判断是否所述现有水平位于一个预设的所述设置点的量值内，如不是，则停止操作环境控制单元。

42、根据权利要求 30 的方法，包括判断一个期望的实际延迟时间，所述室内的占空状态从占有到非占有之后的时间，室内长时间的非占有。

25 43、根据权利要求 42 的方法，其中，当上述期望延迟时间大于预设长度，步骤 7 包括过载的所述最大允许恢复时间以允许一个大的所述动力偏差。

44、根据权利要求 30 的方法，包括，在步骤 8B 之后，阻止环境控制单元初始操作以预设最小的关闭时间。

45、根据权利要求 30 的方法，其中，步骤 6 包括在多个能源设置之上，操作所述环境控制单元的步骤。

30 46、根据权利要求 45 的方法，其中，步骤 6 进一步包括步骤：

在所述设置点，判断一个要求最低能源消耗以保持所述实际特征的现有

说 明 书

用于气候自动控制的器件和方法

5 本发明涉及建筑物内部的温度和其它气候控制因子，尤其对于控制一个根据事先确定的环境标准温度，包括有人在或无人在、可编程的舒适范围、以及可编程的达到这些舒适范围的忍耐时间。

发明背景

10 在传统的温度或气候控制系统中(如加热、通风和空调系统，此处统称为“HVAC”)，恒温器用于控制 HVAC 系统打开或关闭。用户预设一个理想温度(或“用户设置点”)，当被控空间的温度不同于预设温度时，HVAC 系统加热或冷却空气直到达到预设温度。

15 因此，传统封闭空间恒温器只是具有测量封闭空间温度探头的开/关钮以及为用户设置其理想温度的方法。这种恒温器的问题是温度维持在用户设置点而无论有人或无人，都在耗费昂贵自然资源。当无人时，加热或冷却浪费了大量的资源。

一些封闭空间的恒温器内置一个时钟并可提供给人们编制不同时间和天数的不同用户设置点的程序。这样的时钟-恒温器为们预料有人时而不是无人时提供不同的 HVAC 服务。这种方法的问题是时钟-恒温器编程有点麻烦，尤其麻烦的是，当编程是正确的，而人们计划改变而常常使得无法与编程的时间相吻合。

20 一些封闭空间的恒温器具有探测人的传感器。它们由一个有人在时的传统的恒温器转向第二个无人在时的传统恒温器。第二个恒温器具有第二个固定的温度，以便于当无人时由第一个温度漂移(““拨回”或“设定”)一个固定度数。这种恒温器的问题是当有人回到室内时，第二个温度往往离第一个温度太远而无法提供满意的舒适，或离第一个温度太近而无法节约足够的能量。而且，封闭空间和周围的条件不变时，以至于这些恒温器很难调节到能量节约和舒适交替的最优化。即使使用者能确定舒适和在给定时间最大能量节约的最优第二个恒温器设置，不变的条件和那样的设置会很快变为非优化。
25 (一般地，词语“周围”为“周围温度”——用于围绕受控的、常常是封闭的室内或其它空间的温度或其它条件，“空间温度”为受控空间内的温

基站接收来自与之联系的遥控传感器发射的占空状态。当 HVAC 装置处于开启(“驱动”)时可以测量、计算和获悉温度 - 时间的非线性关系，当 HVAC 装置关闭(“漂移”)时对应不同的关系。一旦获悉漂移和驱动曲线(即漂移和驱动 - 时间关系)，系统就利用这些信息对未来的控制做出决定，包括在启动 5 HVAC 装置之前允许温度漂移设定的范围有多远。一般地，空间不被占据比被占据时允许温度漂移得更远一些。

当空间没有被占据时，基站控制 HVAC 装置不断收集和记录关于封闭空间温度 - 时间数据并用这些数据在最小水平上通过驱动 HVAC 装置不断得到最大程度能量节省，以备在特定恢复时间内把温度回复到用户设定点或到用 10 户设定点附近的最小温度范围内。

本发明系统可论证当某一内标准被满足时的允许漂移时间，即用户不再注意恢复到程序化温度的时间增量的增加。这就导致了额外节省能量。

节省能量和装置使用的数量可由系统储存的数据给出。控制参数的其它变化可程序化，如当被控空间在长时间内非占据时扩展允许温度范围，可节 15 约更多能量。

附图简介

图 1 是完成本发明的系统框图。

图 1A 表示使用图 1 系统的用户界面控制。

图 2 为解释本发明方法的一个最佳实施例的流程图。

图 3 为描述一个空间的漂移和驱动温度响应的曲线。

图 4 为描述一个空间的漂移温度响应的曲线，确认指数关系的参数就表示这种响应。

图 5 为描述一个空间的驱动温度响应的曲线，确认指数关系的参数就表示这种响应。

图 6 为表示使用多个遥控传感器的本发明的基站框图。

图 7 为用于本发明的遥控传感器的框图。

图 8 - 10 为基站不同实施例的框图。

图 11 为用于本发明的可程序化预置转换器框图。

图 12 表示用于本发明一个实施例中的零交叉回路。

优选实施例描述

本发明导入一个系统，用于通过操纵响应于预定的环境特征水平的变化

描述，然后在图 2 的流程图中给出详细说明。

相应于一个空间的漂移和驱动温度

图 3 表示一个室内或其它空间对温度控制和对不同空间内温度的周围温度的自然响应。图 3 曲线解释了这样一个室内的温度响应，其室内周围温度通常高于房间内的温度，例如热天中的空调室内的温度。对于一个冷天里被加热的室内，其原理也是同样，但是 y 轴温度增加方向要改变。

图 3 中曲线 400 表示空间温度随时间指数响应，开始为一个低温度 TEMPSET(例如，可以是空调恒温器设定的温度)并随时间接近于周围温度(例如，热天中的外面温度)。曲线 410 为同样的指数曲线，表明空间温度由周围温度降到的外面温度)。曲线 410 为同样的指数曲线，表明空间温度由周围温度降到 TEMRSET 对空调器的响应。

周围温度一般为无人时的温度，当 HVAC 装置关闭时封闭空间温度将漂移；即，如果外面温度高于里面温度，室内的温度将趋于向较热的外面温度漂移。(在一些例子中，里面温度可比外面温度变得更热，在这种情况下空间温度接近于外面周围温度不总是对的；但这不影响本系统，另一种情况是朝 TEMPSET 方向冷却空间。这两种情况下都是对的，封闭空间朝某一平衡温度漂移，实际上此温度通常与围绕封闭空间区域的周围温度一样。在本申请中的例子中，“周围”温度可为空间平均平衡温度。)

无人时，封闭空间温度一般以降低速率向周围温度漂移和由周围温度以降低速率驱动。这些变化速率(“减速曲线”)可由指数方程的形式 $T = C + Ae^{-tB}$ 很好的描述，此处 T = 温度，t = 时间，A、B 和 C 为已知或可获悉参数，在下面讨论。漂移和驱动方程具有同样的形式，但参数值不同。通过测量温度和时间的变化，这些方程可解(即，所有 6 个参数为“获悉的”)。

一旦得到解，驱动温度由一点到另一点的时间，或温度由一点到另一点漂移所花的时间，可以计算出来。当周围温度改变时，漂移和驱动方程的 A 和 C 参数可重新被计算。连续变化条件下的恢复时间可被计算出来，使得系统不断调整并使漂移边界温度最大，因此可最小使用 HVAC 装置而使其总处于准备状态并可在特定恢复时间里驱动温度返回用户设定点或设定范围内。

对于只有温度和时间测量的漂移和驱动，上述方程给出精确的、经验确定的预测。另外的变量，如湿度，可加到系统中，由此更复杂的非线性方程应用于精确表征“舒适”关系，此关系必须从精确控制中获悉。

动，当前系统记录一系列温度 - 时间测量。这些测量用于解漂移和驱动方程，
此处温度 = $C + A \cdot e^{-t/B}$ 。用三对测量值，只要测量时间间隔相等，每一方
程可以精确求解；详细讨论在下面给出。

当周围温度改变时，漂移和驱动方程的参数 A 和 C 必须被校正。一旦参
5 数 B 从未占据空间获悉，则保持常数直到空间重被占据和空出。在漂移方程
中，初始温度 $T_0 = C + A$ ，故 C 变化线性对应于 A 变化；即 $A = T_0 - C$ 。
导出漂移和驱动参数

图 3 - 5 中的曲线和参数提供了描述空间响应温度控制的行为。方程的
形式为 $T = C + A \cdot e^{-t/B}$ 。在本例中将要假定为热天和 HVAC 装置用于驱动
10 温度下降，然而由于数学上的对称，当空间替换为被进行加热时，对于冷周
围温度本例将同样很好工作。

传感器测量温度，本发明系统测量温度和消失时间做为一对数据点(下述
与图 2 联接)。在本例中，选择同等的测量时间周期，即，选择三个点在均匀
的时间间隔上，如下：

15	时间(秒)	温度(° F)
	t_0 (或 t_0) = 0	$T_0 = 80.00$
	t_1 (或 t_1) = 0	$T_1 = 74.59$
	t_2 (或 t_2) = 0	$T_2 = 71.61$

参数 A、B 和 C 具有闭合形式解，假定 $(t_1 - t_0) = (t_2 - t_1)$ ，如下：

20 $B = -(t_1 - t_0)/\ln\{(T_2 - T_1)/(T_1 - T_0)\}$

$$A = (T_1 - T_2)/(e^{-t_1/B} - e^{-t_2/B})$$
$$C = T_1 - A \cdot e^{-t_1/B}$$

计算这些参数，驱动方程变为：

$$T = 68 + 12 \cdot e^{-t/300},$$

25 表明驱动 Tau 为 300 秒；即温度微分的大约 $1 - (1/e)^{300/300} = 63\%$ ，在
驱动(此处，冷却)开始后，可最大程度地被驱动达到 300 秒，以及总的驱动
距离将从 80 度最大下降 12 度($= 68 + 12$)。

在本例子中，系统实际被驱动的最低温度为 68 ° F，此为当 t (时间)变
为很大的数(即 $e^{-t/300}$ 接近零， t 接近“无穷大”)时， T 渐近接近的值。这
30 种情况将是，例如 HVAC 装置没有足够的功率或空间内有泄漏，以至于冷气
损失，或被空调器吹送的空气温度实际上为 68 ° 。换言之，本发明系统以经

按照图 2 的方法准备好精确地操作 HVAC 装置要求的控制。

系统一旦收集并储存所有的输入数据, 占空状态(即被控空间或室内有人或无人)在逻辑框 210 探测, 以及空间温度 TEMP 在逻辑框 220 探测。操作过程中的所有变量和输入数据储存在储存器中。在逻辑框 230 中, 当前的 TEMP 和时间储存在一起, 即相关的, 在计算受控室内和其它空间的漂移和驱动曲线时有用处。
5

在逻辑框 240 中, 决定当前空间温度 TEMP 是否位于预定由设置点 TEMPSET 的区间 Δ TEMP 内。例如, 用户可能输入 72° 作为舒适温度, Δ TEMP 可能为 0.5° 。如果空间中的温度位于区间 71.5° 到 72.5° , 那么在
10 逻辑框 240 中确定为正值, 因此方法分支到逻辑框 250。如果系统已经在驱动 HVAC 装置, 将在此点停止; 如果系统还没有准备驱动 HVAC 装置, 那么它保留在逻辑框 250 外。然后方法分支到逻辑框 210 以及循环 A 重新开始。注意在循环 A 中(图 2 中逻辑框 210 - 250), 占空状态没有与之关联, 因此温度实际上是在设置点, 在任何情况下 HVAC 装置都不被驱动。

15 循环 B 表示空间被占和空间温度漂移出理想区间($TEMP \pm \Delta TEMP$)的状态; 即在逻辑框 260 中被确定有人, 并因此在逻辑框 270 步骤造成计算机回到 HVAC 装置, 在传统的方式中程序提供了控制装置的命令。因此, 在本例中一旦 TEMP 向上漂移(在热天)超出 72.5° 或(在冷天中)低于 71.5° ,
20 HVAC 装置将被启动去驱动温度回到设置点 72° (如分别向下到 71.5° 或向上到 72.5°) 的 0.5° 内。另外, 系统可以确认一旦在热天温度漂移超出 73° , 而设置点在 72° 和 $\Delta TEMP$ 为 1° , HVAC 装置驱动温度向下到 72° 。在没有背离保持温度在设定点的某个区间内 $\Delta TEMP$ 的原则下, 同样的变化都可用。

25 循环 B 回到逻辑框 210, 并且这个方法在那个点重新开始。如果温度回到($TEMP \pm \Delta TEMP$), 那么循环 A 被执行, 以及 HVAC 装置被关闭; 否则, 循环 B 再次被执行, 以及在逻辑框 270(已经启动)HVAC 装置继续运行。

可是, 有可能在设置点周围的预设区间被到达之前(即, 温度区间 $TEMP \pm \Delta TEMP$ 被到达之前), 曾在被控空间的人会离开。或者, 一个未占有空间的温度漂移到预设区间之外。另外的一个例子中, 在逻辑框 260 判定分支到
30 逻辑框 280, 漂移和驱动方程(如图 3 - 5 所示)的变量被更新。

步骤 280 - 290: 漂移和驱动变量及 TEMPLIMIT 的计算

意当 $t = 0$ 时，温度为 70°). 当 $T = 76.11^\circ$ 时，漂移方程的斜率由下式给出：

$$dT/dt = -A/B * e^{-t/B},$$

因此，观察 $T = 76.11 \rightarrow t = 262.49$:

5 $dT/dt = -(-20)/720 * e^{-262.49/720} = 0.01929$ 度/秒.

在漂移模式中， B 变化很小可作为常数。在本例的漂移温度边界处 $B = 720$ 和 $t = 262.49$ ，当周围温度强迫封闭空间泄露率(即斜率)变化时，只有 A 变化非常显著。当外面变得较热时， dT/dt 在漂移温度边界将增加。为保持温度在 76.11 ，系统重复驱使温度漂移很小(如 0.5°)到 76.11 之上，然后驱动温度很小(如 0.5°)回到 76.11 之下。(温度允许漂移到 76.11 ，然后驱动，例如低于其 1 度。)

如果温度允许在 76.11 之上漂移 0.5° ，并驱动到低于 76.11 的 0.5° ，有一个总共 1 度的漂移，然后对于这个 1° 的漂移初始化时间为 $(dT/dt)_0 = 1/0.01929 = 52$ 秒。当外面变得较热时， 1° 的漂移时间被测量。如果为 35 秒，那么 $(dT/dt)_1 = 1/35 = 0.02894$ 。因为 $dT/dt = -A/720 * e^{-262.47/720} = -A$ *常数，因此：

$$(dT/dt)_1/(dT/dt)_0 = -A_1/-A_0 \text{ 和 } A_1 = A_0 * (dT/dt)_1/(dT/dt)_0,$$

因此

$$A_1 = -20 * 0.02894/0.01929 = -30$$

20 注意，在 $t = 0$ 时漂移方程：

$$T = C + A * e^{-t/B} = C + A,$$

因此

$$T_0 = 90 + (-20) = 70 = C + A$$

和

$$25 C_1 = T_0 - A_1 = 70 - (-30) = 100,$$

和新的漂移方程为：

$$T = 100 - 300 * e^{-t/720}.$$

这表示漂移 Tau 仍然为 720 秒，以及当 HVAC 装置被关闭，温度最远漂移为 100° ，即 $C_{\text{漂移}} = 100$ 。

30 当 $C_{\text{漂移}}$ 变化时，在步骤 280 必须计算新的驱动方程参数。在驱动方程中，当 A 和 B 变化很小而被认为是常数时， $C_{\text{驱动}}$ 与 $C_{\text{漂移}}$ 具有非线性关系。应用

上述方程的形式， $T = C + A \cdot e^{-t/B}$ ，可等同 $T = C + A \cdot e^{-Bt}$ ，唯一变化的是 B 的量纲定义。前者用于现有例子以至 Tau 具有时间量纲而不是时间倒数，这容易被理解。

一旦方程 $T = C + A \cdot e^{-t/B}$ 中的参数 A、B 和 C 被决定，直接的问题 5 是计算图 2 流程图中的必要值。

步骤 290 项目(2)的值可被上述方式中的任一 TEMPSET 和 RECOVMAX 值决定。在此步骤中，一旦 TEMPLIMIT 被设置，则在步骤 300 中决定是否目前的温度 TEMP 处于 TEMPSET 的允许边缘 TEMPLIMIT 之内。若是，在此点不做任何工作，因此方法进入步骤 250，那里 HVAC 装置被关闭(或，如果已经关闭，则保持关闭)。然后方法回到步骤 210，完成了循环 C 的路径。只要被控空间仍保持非占有和空间温度停留在用户设置点的边缘 TEMPLIMIT(如步骤 290 所决定的)内，循环 C 将被重复，并将不发生装置的驱动。10

步骤 320: 循环 E 和“智能”模式

15 如果空间中的温度漂移出这个边缘之外，则方法进到步骤 310，在那里被决定是否“智能”模式被设置。这是本发明用的使得产生较大能量节约的模式，并可在存储器的程序中用一旗或其它的传统的方式表示模式开关。用户控制的“智能”模式可为硬件开关其位置被控制程序探测和联系，或可为一软件控制，其作用是等同的。

20 智能模式被用于决定在随重新占有而驱动返回到 TEMPSET 之前，是否有过载发生允许温度漂移更远，即使当前温度 TEMP 可以到达在步骤 290 计算的 TEMPLIMIT。如果来自新的“延展” TEMPLIMIT 恢复时间与自计算的 TEMPLIMIT 到新“延展” TEMPLIMIT 的漂移时间相比很小，将允许发生，由此有效延展了 TEMPLIMIT。等同地，系统检查如步骤 320 定义的 DRIFT 25 与 TECOV 的比率是否大于某些预定的漂移一驱动比 DD RATIO。例如，DD RATIO 可为 5，表明每 5 分钟的温度漂移(HVAC 装置关闭时)将仅要求驱动装置 1 分钟以回到 TEMPLIMIT 点。

实际上，空间温度越接近周围温度，DD RATIO 值就越高；例如，很接近周围温度时 30 分钟漂移时间只要求 30 秒校正(返回)驱动时间。这种情况下，达到 60:1 的 DD RATIO，对于 HVAC 装置有很大的停机时间，由此大大节约能源。30

闭空间温度的 HVAC 装置的功率依赖于所有的这些变化，以及上述讨论的封闭空间和周围条件。

现有发明自动通过经验决定漂移和驱动方程参数不断地和实时适应所有的这些变化，以至于对变化条件的反应与变化本身一样快。

5 图 1A 所示的用户界面控制 110 为用户提供了一个传统的方法来控制用于图 2 方法中的一些变量，其方法是通过在存储器 40 中用户用程序直接输入 50 到界面中。 120 - 140 每一箭头代表一个多位位置开关或连续表盘控制。

“OFF/AUTO/Heat/Cool” 开关 120 使用用户分别置系统的关闭模式、自动模式、加热模式或冷却模式(这里，“AUTO” 设置可允许自动开关位于加热和 10 冷却之间)。温度控制 130 允许用户参考刻度 150 给定 TEMPSET，表明一个 65° F 到 90° F 区间的例子(并且最好包括更细分级温度标记)。

节约能量控制 140 最好为一连续变化表盘。当控制 140 设置在“高”， REACOVMAX 和 TEMPMAX 值应为最大，可减少 HVAC 装置驱动时间到最小。当控制 140 设置在“低”， RECOVMAX 和 TEMPMAX 取最小值，为 15 用户提供最大舒适但同样消耗更多的能量。例如，系统经营者可预先定义允许 RECOVMAX 和 TEMPMAX 值的区间，以及用户通过表盘控制 140，均匀改变并把最大值和最小值相互联系起来。在本实施例中，用户不需要知道这些变量的绝对值。

控制 140 通过设置模式到或不到“智能”也可同样与存储器 40 相互作用。因此，在刻度盘的某些点朝向“高”能节约，智能模式可进入工作。

用户界面 110 为模拟的，对于每一控制 140 和 150 包括一个传统的模拟一数字转换器(没有分别表明)。使用模拟设备控制计算机程序是熟知的，并可使用任一系列的标准装置。

在本实施例中，可选择使用一个传统的数字界面，用于精确地设置温度、RECOVMAX、TEMPSET 和其它被设置变量。

方法的变更

A. 不同于温度条件的探测与控制

人和温度传感器的使用已经被讨论过。湿度传感器使用方法可与温度传感器等同：用户可能希望湿度保持在一特定的区间内，并将设置一个本实施 30 例讨论过的如温度那样的湿度“用户设置点”。图 2 逻辑框 200 中显示的所有变量被使用，以及上述讨论的方法的变化可被应用，除了湿度是控制的气候

时间倒数).

相对效率方程被更新并通过一个输出设备频繁向用户报告，最好新的效率比在每次时间被决定。此外，一旦效率方程被建立，未来时间的相对效率可被预测。如果系统经营者给定一个最小的相对效率装置，不仅当系统低于理想效率系统而且当装置预计降至给定效率比以下时预先提醒经营者，系统可输出信息或信号来提醒。例如，预计天数的两星期前的每天，系统可发布警告，如计算机打印输出，电子邮件或其他信息；基站和/或装置的闪烁光；声音警告，可提供用户询问设备，如在基站或装置上的按钮，一旦按下，在邻近的屏幕上显示效率值。

这样的警告可与效率失败的概率匹配，可由最小二乘法拟合或其它经验数据与理想方程 $EFF = 100e^{-kt}$ 曲线拟合。为了预测类似效率下降通过预先给定的最小的可允许效率，本发明系统可程序化预测 HVAC 装置降至预定的最小值的时间，以及用概率预测输出这个时间，如在最小二乘法中的传统的“ χ^2 ”曲线拟合值。

对于多元件器件(如作为一个 hotel 或 hotel 链)系统预测可用于产生一个装置维持计划，因此增加器件母件的维持计划的效率。对于作者的直接的问题是给出程序：(1)运行周期性效率检验(或正常操作气候控制装置的定期额外效率数据)；(2)计算效率数据，包括相对效率；和(3)发布效率报告和理想的维持计划。

当系统运行无效时，决定 HVAC 系统效率可通过提醒系统经营者而节约能源；当无效问题被解决时，温度允许漂移得更远，因为 RECOVMAX 可更容易符合，所以装置运行一个小百分数的时间和循环(保持)具有更小(暂时)的驱动分量。

C. 逆向驱动警报

当系统启动气候控制装置，是为了改变受控空间的给定条件，无论是温度、湿度、气体浓度或其他条件。可以知道受控条件的漂移方向的趋向，和这个信息可用于进一步控制装置的使用。

例如，有可能发生某人留下一个朝受控空间开启的外面窗户。如果发生这种情况，试图冷却空间(在热天)就有可能失败。不论是否在驱动条件下或有相同方向的漂移条件下，可通过本发明系统在一个固定的操作装置周期之后的决定来发现。因此，如果在 N 分钟之后(如 N = 15)驱动情况下的温度方

E. 适合无人时推论的延迟时间

当人们离开一个封闭的空间如旅馆房间，去到大庭里取冰块、去前台购报纸、去邻近的浴室、未监控的房间，或他们可能离开稍长的时间。当房间无人时，不是立即把开关置为“未占有”模式(如图 2 的步骤 260)，系统可被程序化以延迟时间周期，如 N 分钟(如 $N = 15$)，以防空间使用者很快回来而仍能满足舒适要求。在图 2 中，需要在步骤 260 做出空间是否(a)未占有，和(b)已有连续的 N 分钟时间未被占有。

通过存储与多次离开/返回循环的空间占有状态相联系的记录，系统可获知多长的时间等待可保证某一百分比 P % (如 $P = 90\%$)，此为所有或前面最近的次数占有者在 M 分钟(例如， $M = 30$)没有返回的可能。例如，在 9 分钟未占有状态后，只有 10 % 的时间占有在随后的 30 分钟内返回；在这种情况下，“未占有的推论延迟时间”可设置为 9 分钟，表明只有 9 分钟之后，系统占有状态变为“未占有的”(并进入图 2 的逻辑框 280)。

因此，虽然室内的占有状态，严格讲一旦有人离开室内就会改变，但直到预计的延迟时间前实际的长时间的非占有状态没有改变，此后系统可预计非占有状态将连续长时间。

该方法可通过建立两个延迟时间而进一步改进，一个用于当空间明亮时另一个用于黑暗时，黑暗延迟时间可长一些因为占有者睡觉和探测器探测到他们的活动不频繁。方法的这个变化使得系统减少延迟时间以介入并最大程度地节约能源，并减少当他们连续地使用和占有空间时，占有者对不舒适的温度感到不方便。

F. 贮存/使用表

当系统在最大的漂移边界 TEMPLIMIT 保持温度，HVAC 系统运行某个总循环时间的百分比 [on/(on/+off)]。系统可计算此值为多少可保持温度在用户设置点，并比较两个百分比。例如，对于一个 20 % 的比例 [$4/(4 + 16)$]，在漂移边界，该装置可在一循环中驱动 4 分钟和漂移 16 分钟。在同样的时间，可决定如果系统试图保持用户设置点温度，对于比例 66.67 % [$12/(12+6)$]，可开启 12 分钟和关闭 6 分钟。

能源节约的量是用户设置点温度比例(上述 66.67 %)减去漂移温度比例，或 $66.67\% - 20\% [2/3 - 1/5 = 7/15]$ ，或 47 %。本例中，在一个循环的漂移边界，节约量到达 47 % 乘以 20[4 + 16]分钟，或 9 1/3 分钟的工作时

如果温度保持在用户设置点，此处用同样的 Δ TEMP 在漂移边界(在本例中， ± 0.5 度)来计算要求的循环：

$$\text{驱动时间 } T_1 = 70 - 0.5 = 69.5 \rightarrow t_1 = 623.83$$

$$T_2 = 70 + 0.5 = 70.5 \rightarrow t_2 = 470.58$$

5

153.25 秒

$$\text{漂移方程 } T_1 = 70.5 \rightarrow t_1 = 18.23$$

$$T_2 = 69.5 \rightarrow t_2 = -17.78$$

36.01 秒

总(漂移+驱动)循环时间为 $153.25 + 36.01 = 189.26$ 秒，而循环时间的驱动部分为 $153.25/189.26 = .810$ 或总循环时间的 81.0 %.

F. 3. 贮存

在漂移温度边界，装置被驱动一个小小的总循环时间百分比小于用户设置点。对于一个小时或任一给定期间，(驱动时间差)乘以(启动 HVAC 装置的费用)得出总的节约量。例如，如果系统每小时节约 20 分钟，以及每小时花费 \$0.15 来操作 HVAC 装置，那么本系统节约量到 $20/60 * \$0.15 = \$0.05/\text{小时}$ 。每天 10 小时的同样节约，30 天节约 $\$0.05 * 10 * 30 = \$15.00/\text{月}$ 。联系到运行装置的总费用和考虑到大量的组织，这是很显著的量，每温度控制单元节约可放大几倍。

在本例中，用(用户设置点驱动比)减去(漂移边界驱动比) = $0.810 - 0.417 =$

20 0.393，节约量为 0.393 倍的总消耗时间。

在漂移边界每 60 分钟，装置驱动 $60 * 0.417 = 25.0$ 分钟。如果温度保持在用户设置点，系统要驱动 $60 * 0.810 = 48.6$ 分钟。因此，当温度保持在漂移边界而不是在用户设置点，系统节约 $60 * 0.393 = (48.6 - 25.0) = 23.6$ 分钟驱动时间/小时。

25 以天和月收集这些数据，系统累计：(a)实际驱动时间；(b)没有提供系统的计算驱动时间(计算如果保持在用户设置点)；(c)这两个驱动时间的差(= 驱动时间节约)；和(d)这个差除以没有系统的驱动时间(= 本系统达到的节约比例)。

G. 设备循环限制

30 最小化关闭时间。压缩机在 HVAC 管道中建立压力。当 HVAC 装置被关闭，压力慢慢泄露出去，需要 2 到 4 分钟或更多，如果在压力泄露出去之前

流信号采样，产生两个输入值到(放大)产品探测器集电路。产品探测器的输出为一信号其振幅随相位角变化。这个相位均衡角用于输入到一个微处理器的模拟-数字(AD)转换器，该微处理器控制一个可变电容器调整相位角和能量因子到一个优化值。

5 J. 多级 HVAC 优选

在多级 HVAC 装置中，当要求把温度移回到用户设置点(见图 10)，装置的第二和甚至第三级打开。例如，当天气很冷时，许多加热泵系统(使用热泵为级 1)开启电线圈并移去空气以增加热泵的热量。电线圈可以为第二加热级。在很冷气候中额外的加热级包括燃料油燃烧器和其它器件。通常，第一 10 级比第二级更有效并少费用。在一些气候条件下，用户要求在所有时间里操作第一级 HVAC 装置，以防止占有空间温度达到一个温度需要费用更多的级工作。

本发明在一个最佳实施例构造中由第一级，第一级与第二级一起工作，以及第二级与第三级一起工作获悉驱动曲线。对于这不同的级和不同的多级 15 构造和地理区间的相对费用因子存储在基站(计算机存储器中)，并定期更新。给定驱动曲线和相对费用因子，系统可决定一个最优化(最小费用)能量节约边界。例如，这可通过决定什么样的荷周可在每一级维持温度(TEMPSET 或 TEMPLIMIT)。

因此，系统首先决定在级 1 是什么样的荷周，然后级 2，然后级 3(若有 20 此级)。因为级 1 能量使用低，荷周将大于级 2，此处能量输出高。总能量输出为给定任一级的(荷周)*能量输出)。例如，如果级 2 使用 1.2 倍的级 1 能量，那么平衡点，即总能量费用与忽视了是否使用级 1 和级 2 的费用相等的点，这个点为：

$$(级 2 荷周) = (级 1 荷周)/1.2$$

25 如果等式左边小，那么进到级 2 是经济的，因为在低荷周时间节约多于补偿每单位时间的额外能源消耗。如果左边大，那么系统最优化应停留在级 1。

同样的方法用于决定移动到级 3 是否经济。导致最低能量消耗的级应被使用，和系统容易被构造(通过简单的程序化)以决定和移到新的一级，进一步不断监视状态，使用获悉的和更新的漂移和驱动曲线，在任一给定时间决定是否可有不同的级被使用。

可是，虽然系统可程序化以保持第一级驱动边界，但当节约量超出了

样的期间停止或限制 HVAC 装置。

基站和传感器：图 6 - 10

下面讨论为完成本发明的最佳硬件构造，直接用于温度传感器。上述讨论的另一传感器可用来替代或用在除温度传感器外，对于控制程序可很好改变。例如，如提到的，如果 CO₂ 传感器用于除温度传器外，那么程序构造只有用来驱动 HVAC 装置的通风单元，即单独的风扇。图 6 - 11，用于表示温度控制实施例，可一般地增加其它类型的传感器。

所有这些实施例对简单的用户指南普遍是适用的，包括当有人和不在时回来的恢复时间的用户设置点或温度区间。在每一例子中，无人时，减少浪费的装置操作，系统自动达到气候条件(如温度)和恢复时间目标。

图 6 为使用具有多个遥控传感器单元 520 - 540 基站 510 的系统 500 的方框图。这些传感器可包括在图 1 解释的传感器类型，传感器用于温度、占空、和其他条件如光强和 CO₂ 或其他气体。在图 1 中同样表明，输入/输出装置 550 连接基站 510 计算机，和气候控制装置 560。

一个合适的遥测器单元 520 表示在图 7 的块图中，通过无线电、红外线、室内电线、硬件连接、或其他同等方法与基站 510 通讯。例如，微控制器 570 可为 PIC16C54 微控制器(PIC16C5X 系列，由 Microchip 公司制造)，为用系统语言编程的商用产品。由能源 580 提供能量，对于无线通讯或置于非传统的地方的遥控传感器，最好具有被太阳能充电的电池作为能源。这允许低的维持作用和节约运行遥控传感器的能量费用。

传感单元 520 同样包括一个或多个传感器 590，包括下面的任一组合：

传感器类型：

1、测人传感器：

- 被动红外(PIR)
- 声波
- 微波(最好与 PIR 连接)
- 激光

2、温度传感器

3、湿度传感器

4、白天/夜晚(光电管)探测器

5、污染浓度计

- Δ TEMP 控制
- RECOVMAX 控制
- DD RATIO 控制

有用的指示器(例如，光或 LEDs)为：

- 5
- 开/关指示器
 - 接收/接收的用户 i.d. 指示器
 - 遥测微弱信号指示器
 - 遥测失效指示器

10 图 9 表示基站 700，适用于从标准线电流提供能量的中央工厂 HVAC 装置单元，就象商业化建筑物的设施，典型的为 110/220VAC。基站 700 可代替用于中央工厂单元的墙单元，以及包括微控制器 710、传感器 720、接收器 730 和开关/指示器单元 740，他们基本上遵照与图 8 同样标记的特征相同，除了微控制器 710 必须不同编程，因此用控制中央 HVAC 装置代替单个的通墙单元。基站 700 通过接收器 730 与上述相同的方式与遥控传感器联合。

15 在本实施例中，HVAC 装置包括一个加热单元 750、一个冷却单元 760，和一个风扇单元 770，所有上述装置为传统的 HVAC 装置，和包括使用热的和冷的水管和风扇、或压缩机/具有通风扇的燃烧装置、或其他标准装置的系统。微控制器 710 通过开-关控制线 780 分别控制能量单元 790 的加热、冷却和通风(风扇)继电器，控制 HVAC 装置 750 - 770。

20 图 10 为基站 800 构造的方块图，该基站适用于传统的多级 HVAC 装置 850(如标准的墙型单元)，提供三级加热和两级冷却以及多级能源单元 860 控制。一旦需要，应用多级 HVAC 装置可以提供很好的较高度数的加热和冷却(具有更多的能量消耗)，而对于温和的条件或接收缓慢的加热或冷却的地方，可应用较低级的操作。

25 在本实施例中，微控制器 810 具有存储程序的存储器，就象其他每一实施例(如图 8 和 9)。传感器 820，接收器 830 和开关/指示器单元 840 基本对应于图 9 所示的单元 720 - 740，但是它们和微控制器 710 及其程序作为多级 HVAC 装置 850 的必要功能而被采用。每一级通过操作能源单元 860 所示的个别能源级开/关线 870 被微控制器 810 分别控制，单元 860 可由传统 24 30 伏单元 880 提供能源。

构造一个程序以完成本发明是一个直接的问题，对多级操作的每一级要

- 从程序取消[温度/时间/天数]

- 显示编程[温度/时间/天数]

这些开关和显示随着用户的希望而变化，并可提供标准的或顾客编程的界面，如需要，包括简单的到微控制器 910 的键盘界面。的确，任一微控制器可用于完成本发明的特征，界面可为个人计算机的传统的键盘和/或鼠标。
5 图 11 的方块图表示的界面类型，最好用于商业 HVAC 控制单元。

给定上面所述的图 2 的方法及其变化，以及用于执行本发明功能的不同
10 可能构造的方块图，本领域所属技术人员可采用大量的传统处理器、存储器、用户界面和计算机/HVAC 界面以完成本发明。不要求特殊目的的硬件。
对程序要求是通常的和相对的简单，以及可用任一语言完成，如系统、
FORTRAN、BASIC、C++ 或其它传统语言。

图 2

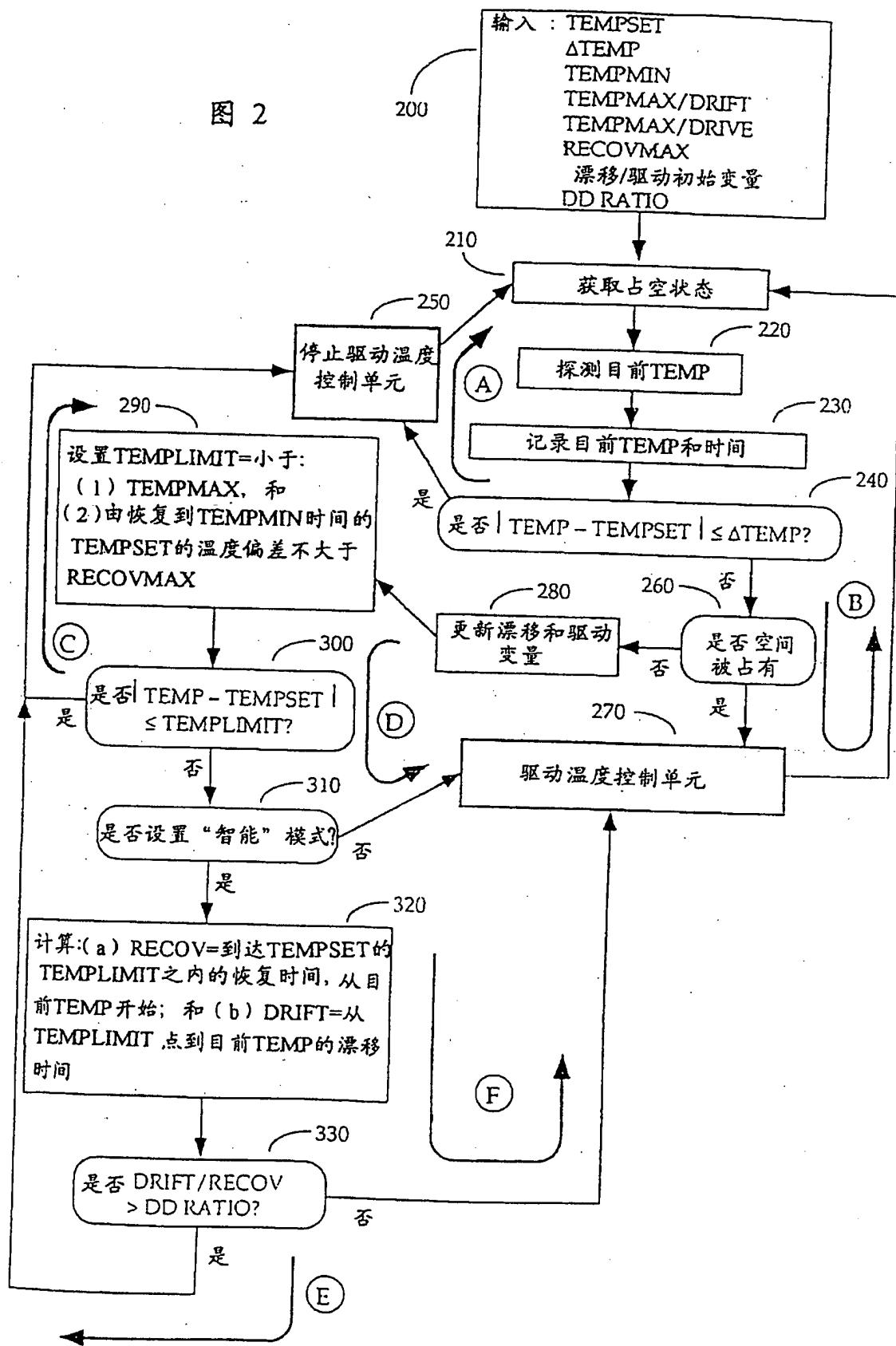


图 4

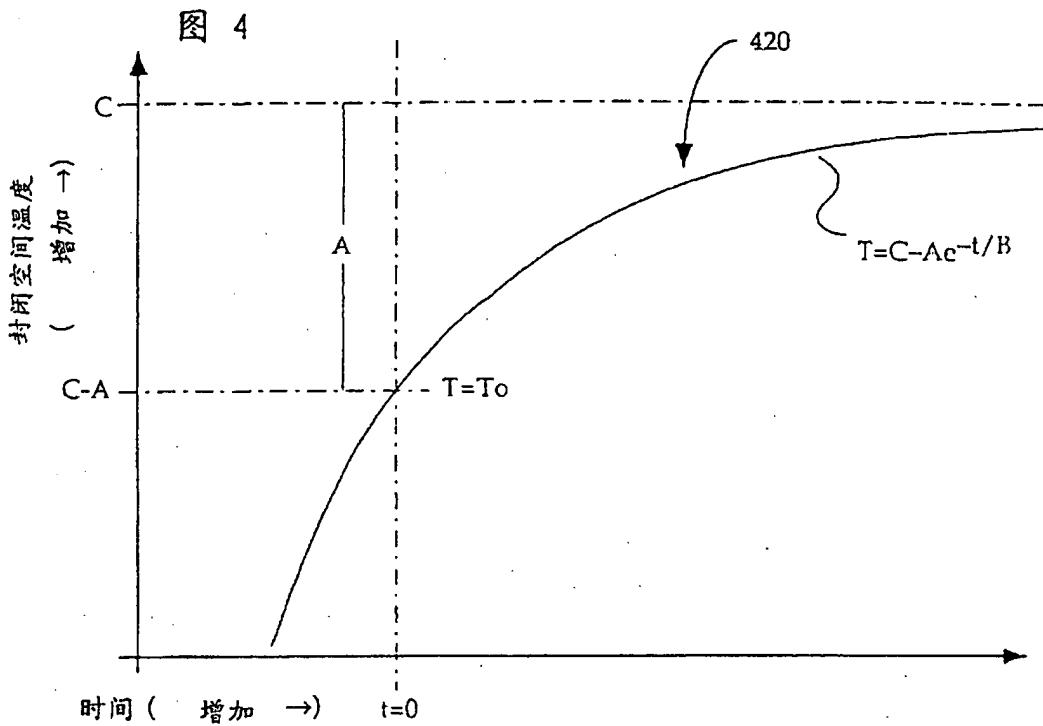


图 5

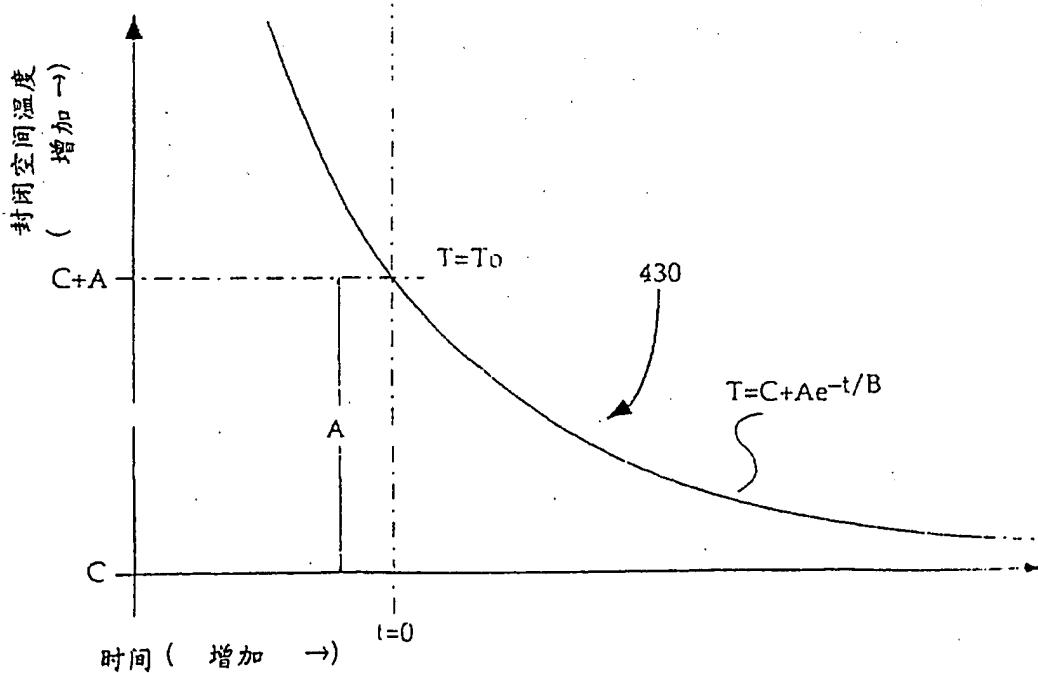
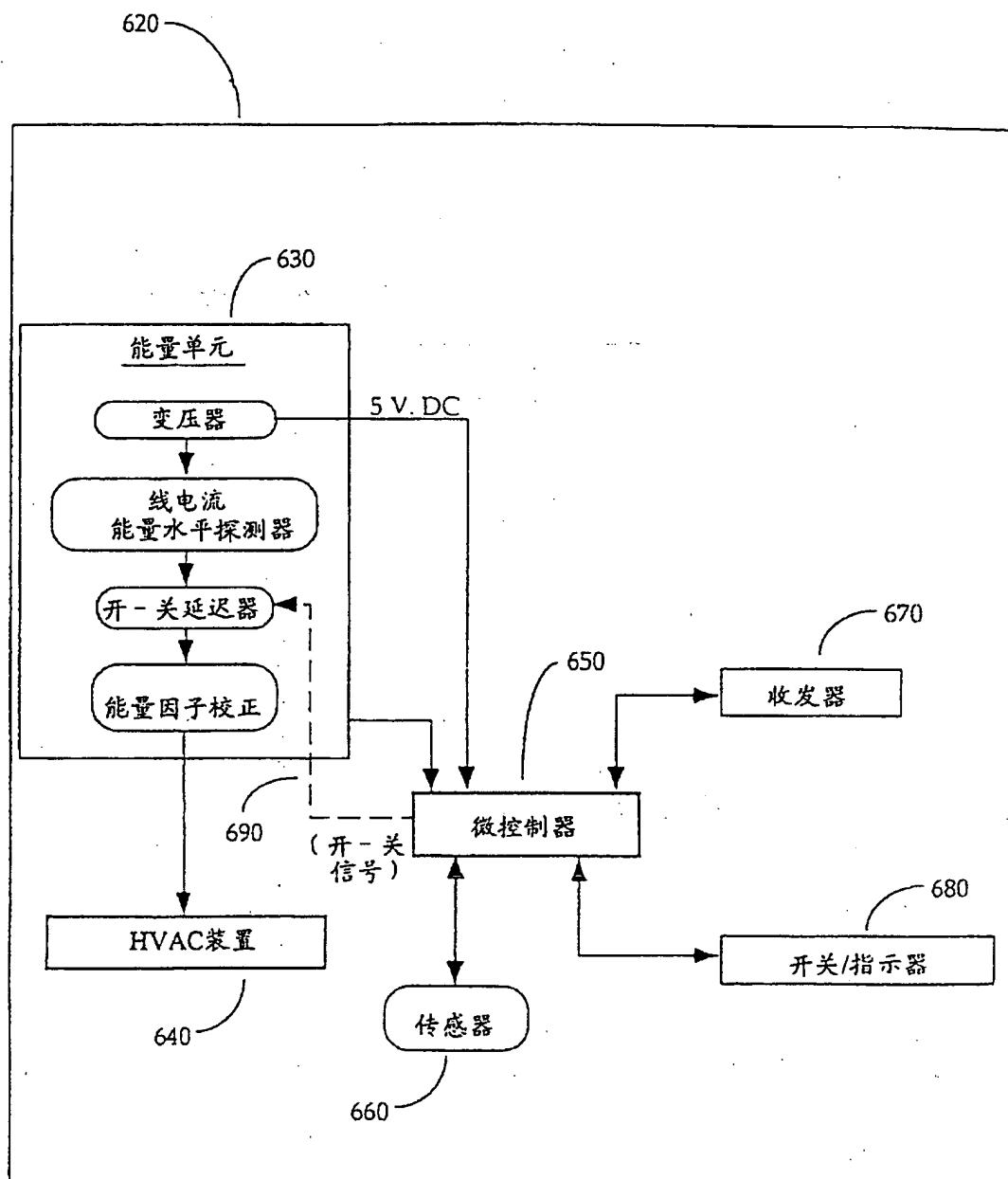


图 8



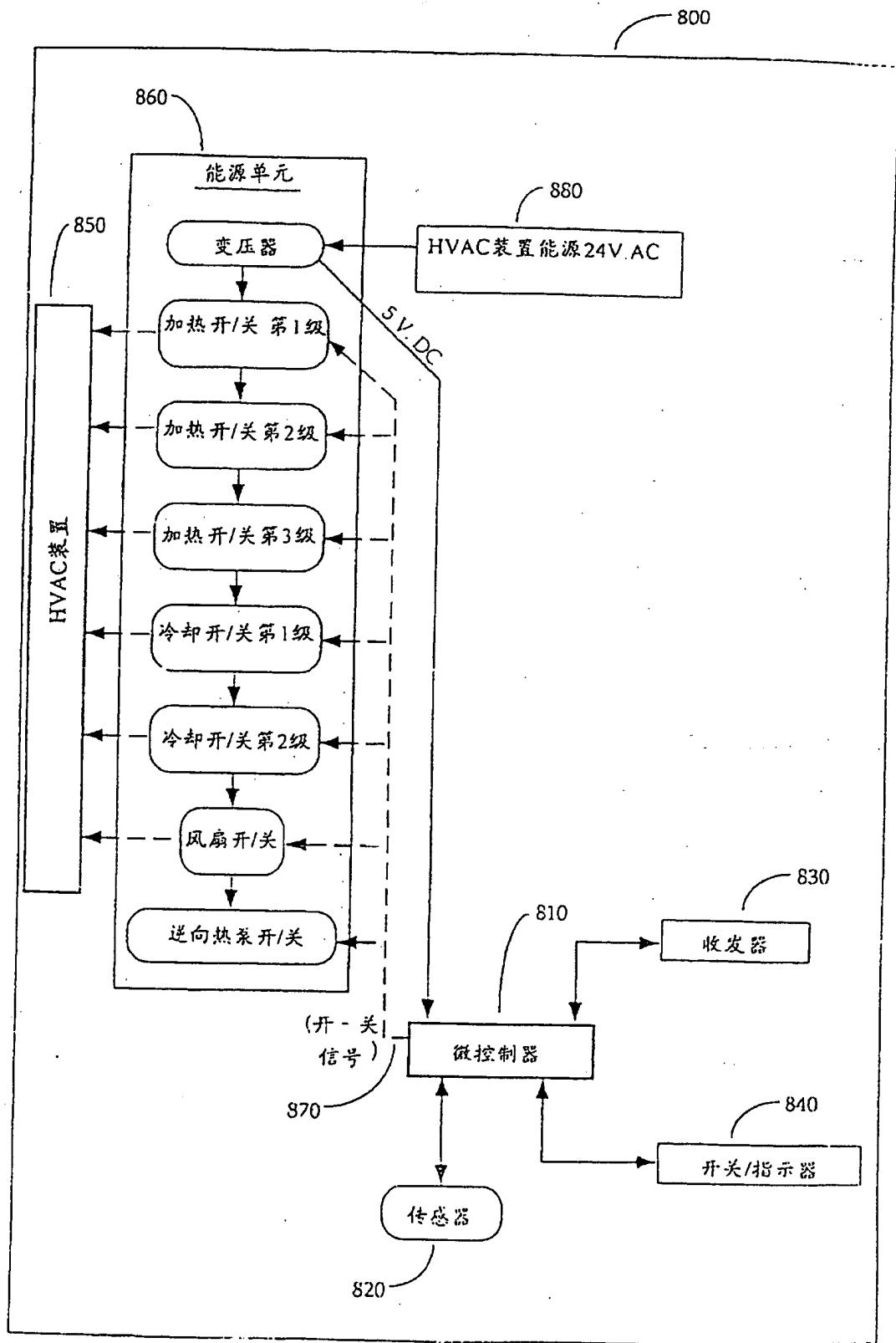


图 10

-6-

Figure 12 shows a zero-crossing circuit for use with an embodiment of the invention.

Description of the Preferred Embodiments

5 The present invention is directed to a system for controlling levels of a predetermined environmental attribute of a room or enclosed space by operating an environmental control unit or equipment in response to changes in such attribute levels, so as to keep the current level of the attribute in the room within a certain range of a user set point, i.e. a user-determined desired level for the
10 attribute. A preferred embodiment of the invention involves the controlled operation of heating, ventilating and air conditioning (HVAC) equipment. The use of the present invention leads to considerable energy savings over existing systems.

The invention is preferably implemented in a computer system 10 for
15 controlling the equipment, as in Figure 1, which shows a conventional multipurpose or dedicated computer base station 20 including a microprocessor 30 coupled to a memory 40. Input is provided via a user input device 50 coupled to the computer 20; the device 50 may include a keyboard, microphone for voice control, infrared or radio remote devices, touch screens, or any one of many
20 other conventional input devices for computers, including input ports for communications from other computers or electronic devices. Output is provided through output device(s) 60, which may include any one or more standard output devices such as a monitor, a printer, audio devices, communications ports for other computers, or other devices that can receive and
25 utilize computer outputs.

One or more environmental attribute sensors such as temperature sensors 70 are provided, and are directly coupled to an input to the computer 20 or communicate with the computer via a conventional remote means, such as infrared, radio or building wiring. Other sensors 90 are similarly coupled to or

-7-

otherwise communicate with the computer 20, as well as one or more occupancy sensors 100 for detecting the presence of people in a given space whose climate is to be controlled.

The occupancy sensor(s) 100 may be a conventional personnel detector 5 (such as a commercially available infrared detector) and preferably communicates with the computer 20 via a remote link, such as by infrared or radio transmission or transmission over building wiring.

The system described below and each of its variations are controlled by the computer 10 in response to instructions in an environmental control program 10 stored in the memory 40. Wherever a controller or processor is mentioned, it should be taken as meaning a conventional or dedicated processor such as processor 30, which in each case will have an associated memory for storing both the control program and the data that are generated and sensed or otherwise input during the course of operating the system.

15 Figure 1A shows an appropriate control unit 110 to act as a user interface for the system, to be used as described after the discussion of Figure 2.

Specific embodiments of sensors and base stations which may be used to implement features of the invention are discussed below in connection with Figures 6-11.

20 Figure 2 is a flow chart illustrating the operation of the system of the invention, which will first be described in its basic form, followed by a description of numerous variations on the fundamental embodiment. The method is based upon the fact that the temperature response of a given space to climate control equipment, and to ambient temperatures different from the space temperature, is very difficult to predict. Thus, the present invention uses an empirical approach to climate control, which will first be described in general terms, followed by a detailed description of the method as illustrated in the flow chart of Figure 2.

-48-

What is claimed is:

1. An apparatus for governing levels of an environmental attribute of a room by controlling operation of an environmental control unit for affecting said levels of said attribute of the room, said apparatus including an interface coupled to said environmental control unit to controlling the operation thereof by control signals, the apparatus comprising:
 - a controller including a processor coupled to a memory, the memory storing an environmental control program including program instructions for controlling said operation of said environmental control unit by generating said control signals and further storing data including a first drift relationship, a first drive relationship, a predetermined set point representing a predetermined level of said attribute, a predetermined maximum range relative to said set point, a predetermined minimum range relative to said set point and a predetermined maximum recovery time, the controller further including a timer coupled to said processor for timing events related to said environmental control, said events including generation of said control signals and reception of signals representing said levels within said room;
 - an input device coupled to said controller for inputting at least one of said predetermined set point, maximum range, minimum range and recovery time;
 - an environmental attribute sensor coupled to said controller for providing, at any given time, one said signal representing the level of said attribute within the room; and
 - an occupancy sensor coupled to said controller for determining whether the room is occupied, and for sending a said control signal to the controller to take one of a first action and a second action, the first action being taken if the room is unoccupied to allow said level in the room to drift towards an ambient level of said attribute in a region adjacent the room and the second action being taken if the room is occupied to operate said environmental control unit to drive said attribute level in the room away from said ambient level;

-49-

wherein the environmental control program includes instructions to allow said drift only to said maximum range when the space is unoccupied, and then, when reoccupied, to activate the environmental control unit for driving the attribute level in the room towards a target level of said attribute within said 5 minimum range of said set point; and

wherein said maximum range is limited such that an amount of drive time for said environmental control unit to drive said attribute level in the room from said maximum range to said target level of said attribute is no greater than said predetermined maximum recovery time.

10

2. The apparatus of claim 1, wherein:

said attribute of said room is temperature;

said environmental attribute sensor comprises a temperature sensor; and
said environmental control unit includes at least one of a heating unit, an

15 air conditioning unit and a ventilating unit.

3. The apparatus of claim 1, wherein:

said attribute of said room is humidity;

said environmental attribute sensor comprises a humidity sensor; and

20 said environmental control unit includes at least one of a humidifier and
a dehumidifier.

4. The apparatus of claim 1, wherein:

said attribute of said room is presence of a predetermined gas;

25 said environmental attribute sensor comprises a sensor for determining
amounts of said gas in said room; and

said environmental control unit includes at least one of a ventilating unit
and a degasification unit.